亚麻荠对小菜蛾幼虫取食和成虫行为反应的影响

邓曙东，贠桂玲，张青文*，徐环李，蔡青年
（中国农业大学农学与生物技术学院，北京　100094）

摘要：亚麻荠是一种很少有害虫危害的油料作物。用室内生测和Y型嗅觉仪研究了亚麻荠对小菜蛾 *Plutella xylostella* 幼虫取食和成虫行为反应的影响。以甘蓝作对照，用亚麻荠叶片喂养的小菜蛾初孵幼虫3天后校正死亡率为79.2%，显示了较强的致死作用；喂养小菜蛾3龄幼虫至化蛹，其存活率、化蛹率、蛹重及成虫寿命都显著降低，表明亚麻荠对小菜蛾幼虫的生长发育有不利影响。在幼虫的取食选择实验中，有甘蓝叶供选择时，小菜蛾幼虫不取食亚麻荠；在无可选择的情况下，小菜蛾幼虫也取食亚麻荠叶片，但取食量很小，与取食甘蓝叶的量相比，差异极显著。行为反应测试表明，小菜蛾成虫对甘蓝和亚麻荠植株的挥发物都有明显的趋性反应，与对照（净化空气）相比，差异极显著，而在甘蓝和亚麻荠之间无选择性。说明小菜蛾成虫对亚麻荠植株的挥发物具有较强的定向反应。

关键词：亚麻荠；小菜蛾；幼虫取食；嗅觉仪；成虫行为反应
中图分类号：Q965　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0454-6296(2004)04-0474-05

Effect of false flax (*Camelina sativa*) on larval feeding and adult behavioral response of the diamondback moth (*Plutella xylostella*)

DENG Shu-Dong, YUN Gui-Ling, ZHANG Qing-Wen*, XU Huan-Li, CAI Qing-Nian (College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: False flax, *Camelina sativa* (L.), an oil-bearing crop, has an outstanding resistance to phytophagous insects. Effect of false flax on larval feeding and adult behavioral response of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), one of the most damaging pests in cruciferous crops, were examined with bioassay and Y-olfactometer in the laboratory. With feeding on cabbage as the control, the 1st instar larvae, fed on leaves of false flax, got a corrected death rate of 79.2% after 3 days, which indicated that false flax had an obvious antibiosis effect on the 1st instar larvae. The 3rd instar larvae, fed on false flax, showed significantly lower survival rate, percentage pupation, pupa weight and shorter adult longevity compared with those fed on cabbage. The diamondback moth larvae preferred leaves of cabbage to false flax in feeding choice test. In no-choice test, the amount of false flax leaves consumed by the diamondback moth larvae was significantly lower than that of cabbage. However, the test of behavior showed that adults of the diamondback moth had the same orientation response to false flax and cabbage; compared to clean air, adults of the diamondback moth preferred to odors from the plants of false flax or cabbage. These results indicated that the diamondback moth adults had an obvious orientation response to the volatiles of false flax.

Key words: False flax; *Plutella xylostella*; larval feeding; olfactometer; adult behavioral response

亚麻荠 *Camelina sativa* (L.)属于十字花科，是一种古老的油料作物，种植历史可追溯到青铜器时代(Putnam *et al*., 1993)。亚麻荠种子含油率较高，且富含多种对人体有益的不饱和脂肪酸，如亚麻酸、亚油酸等。20世纪40年代早期，亚麻荠曾在前苏联和东欧广泛种植。到20世纪50年代，由于油菜的传入与推广，导致亚麻荠的种植规模逐渐缩小(Hubbard, 1998)。近些年来，随着对亚麻荠产品利用的深入研究，亚麻荠以其独特的栽培特性、食用价值和工业价值，重新引起了人们的重视，在欧美许多国家开始了亚麻荠新一轮的种植及研究热潮。目前，亚麻荠在美国、加拿大、英国、苏格兰、爱尔兰、德国、法国、波兰和澳大利亚等国均有栽培。

亚麻荠是一种抗逆性较强的作物，不仅耐旱、耐

基金项目：国家重点科技攻关计划项目(2001BA507A11-02)
作者简介：邓曙东，男，1971年出生，土家族，湖北巴东人，博士生，从事植物抗虫性研究，E-mail: dengshudong0613@sohu.com
*通讯作者 Author for correspondence, E-mail: zhangqingwen@263.net
收稿日期 Received: 2003-12-08；接受日期 Accepted: 2004-03-30

贫瘠、抗病，也有很强的抗虫性，在其整个生长期很少有害虫的危害（Putnam *et al*.，1993；Pachagounder *et al*.，1998）。近两年，亚麻荠也开始在我国北方局部引种试种。对于新品种的引进，其害虫发生规律的研究是一个不可忽视的方面。我们选用严重危害十字花科蔬菜及油料作物的小菜蛾 *Plutella xylostella*（L.）来研究亚麻荠对其幼虫取食、生长发育及成虫产卵等行为的影响，弄清小菜蛾是否会成为亚麻荠的潜在害虫，为我国大面积引种这种优良的油料作物提供一定的害虫防治基础资料及理论依据。

1　材料与方法

1.1　供试植物与昆虫

亚麻荠品种为荠蓝 1 号，为国外引进品种；对照植物甘蓝 *Brassica oleracea* L. 品种为“8398”，系中国农业科学院蔬菜花卉研究所培育。小菜蛾为本实验室长期室内饲养的敏感品系，在 20℃～25℃、光周期为 14L:10D 的条件下饲养。

1.2　亚麻荠对小菜蛾幼虫生长发育的影响

取小菜蛾初孵幼虫，接入直径 12 cm 的培养皿（底部垫有滤纸，加少量蒸馏水保湿）中，每皿接虫 20 头，饲喂新鲜的亚麻荠叶片，以甘蓝叶为对照，于室温 20℃～25℃下饲养。3 天后统计活虫数，计算死亡率。另取小菜蛾 3 龄幼虫，分别饲喂亚麻荠及甘蓝叶片至化蛹，统计其死亡率、蛹重、化蛹率、羽化率及成虫寿命。

1.3　小菜蛾幼虫的选食实验及取食量的测定

将亚麻荠和甘蓝叶分别剪成 10 mm×20 mm 的叶片，各取 2 片放入直径 12 cm、垫有滤纸保湿的培养皿中，对称摆放，叶面正、反各一片。然后在培养皿中心接入饥饿 4 h 的小菜蛾 3 龄幼虫 4 头，于 12、24 和 36 h 后利用方格纸测定剩余叶面积，据此计算小菜蛾的平均取食叶面积，重复 10 次。

另取 10 mm×20 mm 大小的亚麻荠和甘蓝叶各 4 片，分别放入两个培养皿中，然后接入饥饿 4 h 的小菜蛾 3 龄幼虫 2 头，于 12、24 和 36 h 后测定取食叶面积，重复 10 次。

1.4　小菜蛾成虫对亚麻荠和甘蓝的产卵选择和行为反应

1.4.1　产卵选择：在温室内种植亚麻荠和甘蓝，待长至 5～6 片真叶时，选取长势一致的亚麻荠和甘蓝各 6 株，移植到盛有营养液的三角瓶中，每瓶 1 株，然后移入 50 cm×50 cm×40 cm 的养虫纱笼中，间隔排列（温度为 20℃～25℃、光周期为 14L:10D）。接入当天羽化的小菜蛾成虫 10 对，内置 10%的蜂蜜液作为补充营养。隔日调查植株上的卵量，每次查数后将植株上的卵抹去，统计第 3、5 和 7 天的产卵量，并统计两种植物上的每株平均卵量。

1.4.2　行为反应：测试用 Y 型嗅觉仪（Carlos *et al*.，2000）进行。在嗅觉仪两侧臂上方 10 cm 处各设一底部有一小孔的圆锥形诱捕室，再分别依次连接气体流量计（LZB 型，沈阳北星流量仪表厂）、味源植物瓶（10 L）、加湿瓶（500 mL）、装有活性炭的空气净化瓶（500 mL）和气泵。

小菜蛾处理分为未交配雌蛾、未交配雄蛾及交配雌蛾，均为 3 日龄，饲喂 10%蜂蜜液。味源则分为：甘蓝和净化空气，亚麻荠和净化空气及甘蓝和亚麻荠。所用味源植物均为健康活体植株。

测试在 18:00～22:00、20℃～25℃下进行，两臂管内的气流速度均调为 300 mL/min。将小菜蛾引入 Y 型管内，正前方置一微弱光源。每 10 头一组，共测 80 头。1.5 h 后查看两边诱捕室内的小菜蛾数量，无反应的小菜蛾不计入统计数据内。每测一组后调换 Y 型管方向一次，测完一个处理后将整个装置清洗干净，晾干（陈华才等，2002）。

2　结果与分析

2.1　幼虫的生长发育

在室内用亚麻荠和甘蓝叶片分别喂养小菜蛾 1 龄幼虫，3 天后用亚麻荠喂养的死亡率为 82.5%（校正死亡率为 79.2%），至 8 天后全部死亡，而用甘蓝叶喂养的小菜蛾 1 龄幼虫大都顺利化蛹，两者的死亡率有极显著差异。表明亚麻荠叶片对小菜蛾 1 龄幼虫具较强的致死作用。用亚麻荠叶片喂养小菜蛾 3 龄幼虫的死亡率为 20.8%；与用甘蓝叶喂养的比较，其他各项生物学指标除羽化率差异不显著外，化蛹率、蛹重及成虫寿命差异都极显著（表 1），表明小菜蛾 3 龄幼虫取食亚麻荠叶片后，生长发育受到不利影响。

2.2　幼虫的取食选择和取食量

实验表明，在有甘蓝叶供选择时，小菜蛾 3 龄幼虫不取食亚麻荠。在无可选择的情况下，接虫 10 min 后，小菜蛾幼虫开始取食亚麻荠叶片；而接虫 3 h 后，始有 2 头幼虫开始取食亚麻荠叶片，且取食量很小；在 12、24 和 36 h 时，小菜蛾幼虫取食两种叶片面积的差异也均达极显著水平（表 2）。

表 1 亚麻荠对小菜蛾幼虫生长发育的影响(20℃ ~ 25℃)*

Table 1 Performance of the diamondback moths reared on false flax (*Camelina sativa*)(20℃ – 25℃)

植物种类 Plant species	1 龄幼虫的死亡率 Mortality of 1st instar larvae	3 龄幼虫起 3rd instar larvae since				
		死亡率(%) Mortality	化蛹率(%) Pupation	蛹重(mg) Pupal weight	羽化率(%) Emergence	成虫寿命(d) Adult longevity
亚麻荠 False flax	82.5 ± 6.7 A	20.8 ± 3.9 a	79.2 ± 1.6 A	3.5 ± 0.2 A	63.9 ± 8.3 a	4.2 ± 0.3 A
甘蓝 Cabbage	15.8 ± 4.2 B	4.2 ± 1.6 b	95.8 ± 1.6 B	5.4 ± 0.3 B	68.5 ± 6.8 a	4.9 ± 0.3 B

* 表中数据为平均值 ± 标准误,同列数据后有不同大小写字母分别表示差异极显著($P \leqslant 0.01$)和显著($P \leqslant 0.05$),表 2 同。

* The data in the table indicate means ± *SE*, and those within a column followed by different capital and small letters show significant difference at $P \leqslant 0.01$ and $P \leqslant 0.05$ respectively. The same for Table 2.

表 2 小菜蛾 3 龄幼虫对亚麻荠和甘蓝叶片的取食选择(20℃ ~ 25℃)

Table 2 Feeding choices of 3rd instar diamondback moth larvae between false flax and cabbage (20℃ – 25℃)

植物种类 Plant species	接虫后时间(h) Feeding time	选择取食 Feeding choices		无选择 Non-choice	
		虫数 Number of larvae	取食面积(cm^2) Consumed leaf area	虫数 Number of larvae	取食面积(cm^2) Consumed leaf area
亚麻荠 False flax	12	40	0 A	20	0.15 ± 0.08 A
甘蓝 Cabbage		40	1.51 ± 0.04 B	20	1.39 ± 0.14 B
亚麻荠 False flax	24	40	0 A	20	0.22 ± 0.10 A
甘蓝 Cabbage		40	2.77 ± 0.19 B	20	2.68 ± 0.74 B
亚麻荠 False flax	36	40	0 A	20	0.39 ± 0.15 A
甘蓝 Cabbage		40	3.93 ± 0.01 B	20	3.43 ± 0.52 B

2.3 成虫的产卵选择

从接入成虫的第 3 天到第 7 天,小菜蛾在亚麻荠植株上的平均产卵量都高于甘蓝,但两者没有显著差异。在第 3 天,小菜蛾产在亚麻荠上的卵量占总卵量的 59.2%,第 5 天为 65.5%,第 7 天则为 53.9%,卵量的分布也没有时间效应(表 3),说明在这两种植物之间,小菜蛾成虫的产卵行为没有明显的选择性。

表 3 小菜蛾成虫在亚麻荠和甘蓝上的产卵选择(20℃ ~ 25℃)

Table 3 Oviposition choices of the diamondback moth between false flax and cabbage (20℃ – 25℃)

植物种类 Plant species	第 3 天 3rd day		第 5 天 5th day		第 7 天 7th day	
	卵量 Number of eggs	分布(%) Distribution	卵量 Number of eggs	分布(%) Distribution	卵量 Number of eggs	分布(%) Distribution
亚麻荠 False flax	22.5 ± 4.4	59.2	26.2 ± 6.3	65.5	22.8 ± 4.0	53.9
甘蓝 Cabbage	15.5 ± 4.2	40.8	13.8 ± 3.1	34.5	19.5 ± 4.1	46.1

2.4 成虫对亚麻荠和甘蓝挥发物的趋性

小菜蛾未交配雌蛾、雄蛾和已交配的雌蛾对甘蓝和亚麻荠健康植株的挥发物具有相同的趋性反应,与对照(净化空气)相比,均有极显著的趋性,但在甘蓝和亚麻荠之间无选择性(表 4)。这表明与甘蓝一样,亚麻荠植株的挥发物对小菜蛾成虫具有引诱作用。

表 4 小菜蛾成虫对亚麻荠和甘蓝挥发物的趋性反应(20℃ ~ 25℃)*

Table 4 Orientation response of the diamondback moth adults to the volatiles of false flax and cabbage (20℃ – 25℃)

性别 Sex		供试虫数 Number of moth	引诱蛾数 Number of trapped moth		
♀	♂		亚麻荠 False flax	甘蓝 Cabbage	干净空气 Clean air
未交配 Virgin		80		6.5 ± 0.5 A	2.9 ± 0.4 B
未交配 Virgin		80	6.9 ± 0.4 A		2.6 ± 0.4 B
未交配 Virgin		80	5.1 ± 0.3 a	4.6 ± 0.3 a	
	未交配 Virgin	80		7.0 ± 0.5 A	2.0 ± 0.3 B
	未交配 Virgin	80	7.4 ± 0.5 A		2.1 ± 0.3 B
	未交配 Virgin	80	4.6 ± 0.3 a	4.9 ± 0.3 a	
已交配 Mated		80		5.6 ± 0.3 A	3.4 ± 0.3 B
已交配 Mated		80	5.9 ± 0.3 A		3.3 ± 0.3 B
已交配 Mated		80	4.4 ± 0.3 a	4.9 ± 0.2 a	

* 表中数据为平均值 ± 标准误,同行数据后有不同大小写字母分别表示差异显著($P \leqslant 0.05$)和极显著($P \leqslant 0.01$)。

* The data in the table indicate means ± *SE*, and those within a row followed by different capital and small letters show significant difference at $P \leqslant 0.01$ and $P \leqslant 0.05$ respectively.

3 讨论

小菜蛾几乎对所有十字花科蔬菜包括油料作物都造成危害（Rymerson and Bodnaryk，1995；段致信，1997；黎国翰，1999；Brown *et al*.，1999；McAvoy，2002；孙强等，2003），但未见有危害亚麻荠的报道。室内生测发现，有选择的情况下，小菜蛾幼虫并不尝试取食亚麻荠叶片，直到将甘蓝叶片取食殆尽后，才会取食亚麻荠叶片。在没有选择的情况下，小菜蛾 1 龄幼虫也会少量取食亚麻荠，但无法完成幼虫期发育；3 龄幼虫虽可完成生活史，但其存活率、化蛹率、蛹重及成虫寿命等生物学指标均有显著降低，发育质量受到明显影响。表明亚麻荠对小菜蛾幼虫的生长发育具有抑制作用。在成虫期，与甘蓝相比，亚麻荠对小菜蛾的趋性和产卵都没有明显的影响。

有研究表明，小菜蛾成虫对十字花科蔬菜的挥发性气味具有明显的定向反应（Pivnick *et al*.，1990；杨广和尤民生，2002），这也表现在对亚麻荠的趋性反应上（表 4），说明亚麻荠植株的挥发物中不含有对小菜蛾成虫具有趋避作用的成分。Lee 和 Tseng（1993）发现小菜蛾幼虫期对寄主植物的嗜好与成虫产卵时的选择无关；李欣和刘树生（2003）在研究半闭弯尾姬蜂 *Diadegma semiclausum* 寄主搜索中的学习行为时也发现，成虫期之前的饲养寄主所取食的寄主植物对成蜂行为没有影响。另外研究表明，十字花科植物植株内含有的芥子油苷可以刺激害虫在其上产卵或取食（Chew，1988），但在同时，许多十字花科的植物产生多种具有驱避、阻碍作用或有毒性的次生化合物，以保护自身免遭植食性昆虫的危害（Städler，1991），这就可能导致某些害虫出现“产卵错误”的现象（Renwick，2002），即将卵产在并不适合其幼虫取食的植物上。小菜蛾在亚麻荠上产卵量较大是不是因为亚麻荠植株内含有的芥子油苷刺激了其成虫错误的产卵行为，有待进一步研究。

相对于其他十字花科作物，如萝卜、椰菜和油菜等，小菜蛾并不喜欢在甘蓝上产卵，这是因为甘蓝表面的蜡质层对小菜蛾的产卵行为有阻碍作用（Uematsu and Sakanoshita，1989；Justus *et al*.，2000）。小菜蛾在亚麻荠上产卵量虽高于甘蓝，但差异并不显著，这可能也意味着亚麻荠并不是小菜蛾成虫十分嗜好的产卵寄主。

在亚麻荠种植较为广泛的北美地区，作为油料作物上的一种重要害虫，萝卜菜跳甲 *Phyllotreta cruciferae* 在亚麻荠植株上有时存在着较大的种群数量，但并不大量取食。Pachagounder 等（1998）由此推断亚麻荠植株体内可能存在某些具有抗虫性的物质，阻碍萝卜菜跳甲的取食，或者是其植株体内没有可引起害虫取食的刺激因子。我们的部分研究结果进一步证实了这个推断，但具体作用机制尚待进一步研究。小菜蛾会不会成为亚麻荠潜在的害虫，与亚麻荠是不是其适宜的寄主植物有关。要确认一种植物是否为某种昆虫的寄主植物，需要检验成虫能否在这种植物上产卵，幼虫能否以这种植物的不同器官为食完成世代循环（阮永明和吴坤君，2001）。从现在的实验结果看，小菜蛾初孵幼虫以亚麻荠叶片为食并不能完成发育，但还不能由此断定亚麻荠不是小菜蛾的寄主植物。一是因为实验所用小菜蛾是实验室长期饲养的敏感种群，尚不能完全代表野外自然种群的情况；二是实验室内的生测结果与田间自然状况也会存在一定的差异。因此，在亚麻荠引种后，还应进一步监测和研究其田间的自然状况，为其害虫防治提供更为充分和科学的依据。

参考文献（References）

Brown J，McCaffrey JP，Harmon BL，Davis JB，Brown AP，Erickson DA，1999. Effect of late season insect infestation on yield，yield components and oil quality of *Brassica napus*，*B. rapa*，*B. juncea* and *Sinapis alba* in the Pacific Northwest Region of the United States. *Journal of Agricultural Science*，132(3)：281－288.

Carlos L，Emilio G，Aranzazu P，Mercedes C，2000. Response of parasitoids *Dendrosoter protuberans* and *Cheiropachus quadrum* to attractants of *Phloeotribus scarabaeoides* in an olfactometer. *Journal of Chemical Ecology*，26(3)：791－799.

Chen HC，Lou YG，Cheng JA，2002. Selection responses of *Cotesia chilonis*，a larval parasitoid of the rice striped-stemborer *Chilo suppressalis*，to volatile compounds from its host and host-plants. *Acta Entomologica Sinica*，45(5)：617－622.［陈华才，娄永根，程家安，2002. 二化螟绒茧蜂对二化螟及其寄主植物挥发物的趋性反应. 昆虫学报，45(5)：617－622］

Chew FS，1988. Biological effects of glucosinolates. In：Cutler HG ed. Biologically Active Natural Products：Potential Use in Agriculture. Washington DC：American Chemical Society. 155－181.

Duan ZX，1997. The occurrence and harm law of *Ceuthorrhynchus asper* Roel and *Plutella xylostella*（L.）in rapeseed and their control. *Henan Agricultural Science*，(4)：21－23.［段致信，1997. 油菜茎象甲、小菜蛾的发生危害规律及防治. 河南农业科学，(4)：21－23］

Hubbard A，1998. *Camelina sativa*—a pleasurable experience or another false hope. *Lipid Technology*，(7)：81－83.

Justus KA，Dosdall LM，Mitchell BK，2000. Oviposition by *Plutella xylostella*（Lepidoptera：Plutellidae）and effects of phylloplane waxiness. *Journal of Economic Entomology*，93(4)：1 152－1 159.

Lee HJ, Tseng YC, 1993. Induce of host choice for feeding and oviposition in diamondback moth larvae (*Plutella xylostella*). *Bulletin of the Institute of Zoology*, *Academia Sinica*, 32(2): 148 - 152.

Li GH, 1999. Serious harm by *Plutella xylostella* in rapeseed. *Hubei Plant Protection*, (2): 32. [黎国翰, 1999. 小菜蛾爆发性危害油菜. 湖北植保, (2): 32]

Li X, Liu SS, 2003. Learning in host foraging by the parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Acta Entomologica Sinica*, 46(6): 749 - 754. [李欣, 刘树生, 2003. 半闭弯尾姬蜂寄主搜索中的学习行为. 昆虫学报, 46(6): 749 - 754]

McAvoy G, 2002. Pest of the month: Diamondback moths. *Florida Grower*, 95(6): 26.

Pachagounder P, Lamb RJ, Bodnaryk RP, 1998. Resistance to the flea beetle *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae) in false flax, *Camelina sativa* (Brassicaceae). *Canadian Entomologist*, 130: 235 - 240.

Pivnick KA, Jarvis BJ, Slater GP, 1990. Attraction of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to volatiles of oriental mustard: the influence of age, sex, and prior exposure to mates and host plants. *Environmental Entomology*, 19(3): 704 - 709.

Putnam DH, Budin JT, Field LA, Breene WM, 1993. *Camelina*: A promising low-input oilseed. In: Janick J, Simon JE eds. New Crops. New York: Wiley. 314 - 322.

Renwick JAA, 2002. The chemical world of crucivores: lures, treats and traps. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 104: 35 - 42.

Ruan YM, Wu KJ, 2001. Performances of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* on different food plants. *Acta Entomologica Sinica*, 44(2): 205 - 212. [阮永明, 吴坤君, 2001. 不同食料植物对棉铃虫生长发育和繁殖的影响. 昆虫学报, 44(2): 205 - 212]

Rymerson RT, Bodnaryk RP, 1995. Gut proteinase activity in insect pests of canola. *Canadian Entomologist*, 127(1): 41 - 48.

Städler E, 1991. Behavioral responses of insects to plant secondary compounds. In: Rosenthal GA, Berenbaum MR eds. Herbivores. Their Interactions with Secondary Plant Metabolites. Volume Ⅱ. Ecological and Evolutionary Processes. 2nd ed. 45 - 88.

Sun Q, Lu H, Chen JZ, 2003. The preliminary study on the development period and population dynamic of *Plutella xylostella* L. in the spring rape field. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, (5): 16 - 17. [孙强, 路浩, 陈建卓, 2003. 小菜蛾在春油菜生育历期及田间种群动态初探. 黑龙江农业科学, (5): 16 - 17]

Uematsu H, Sakanoshita A, 1989. Possible role of cabbage leaf wax bloom in suppressing diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) oviposition. *Applied Entomology and Zoology*, 24(3): 253 - 257.

Yang G, You MS, 2002. The orientation of *Plutella xylostella* to vegetable volatiles. *Wuyi Science Journal*, 18(12): 73 - 79. [杨广, 尤民生, 2002. 小菜蛾对蔬菜气味的定向行为. 武夷科学, 18(12): 73 - 79]

(责任编辑:黄玲巧)